

A humusz—nehézfém kapcsolat összefüggéseinek vizsgálata és környezetvédelmi jelentősége

HARGITAI LÁSZLÓ

Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem, Talajtani Tanszék, Budapest

Hazánkban és nemzetközileg is egyre nagyobb környezeti veszélyt jelent a talajok nehézfémekkel és toxikus anyagokkal történő szennyezése. A talajok környezetvédelmi jelentőségét a bioszférában elfoglalt központi helyzetük adja. A legnagyobb kockázati tényezők további környezeti hatása nagymértékben függ a talajok humuszállapotától.

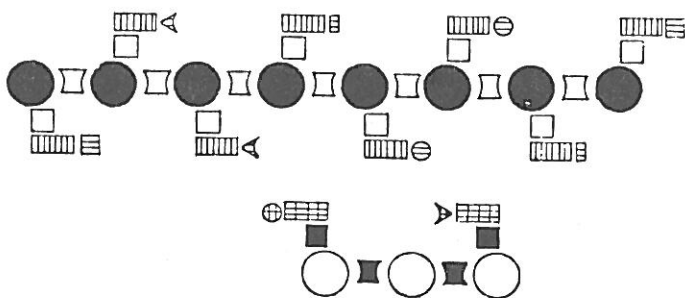
A humuszanyagok szerepe a környezetvédelemben ma egyre inkább két fontos tényező alapján ítéltethető meg. Ezek: a humuszanyagok szerepe a toxikus nehézfémek megkötésében és másrészt szerepük a szerves mérgező anyagok, a xenobiotikumok megkötésében.

A humuszállapot fogalmát néhány évvel ezelőtt úgy határoztuk meg, hogy azt két fontos paraméter jellemzi /HARGITAI, 1973/, egyrészt a humusz mennyisége, másrészt a humuszanyagok minősége az általunk kidolgozott humuszminőségi paraméter, a stabilitási koefficiens meghatározása /HARGITAI, 1955/ alapján. A humuszállapot ilyen módon való jellemzése pedig további szerepet játszott a humuszanyagok környezetvédelmi szerepének tisztázásában /HARGITAI, 1981; 1982/.

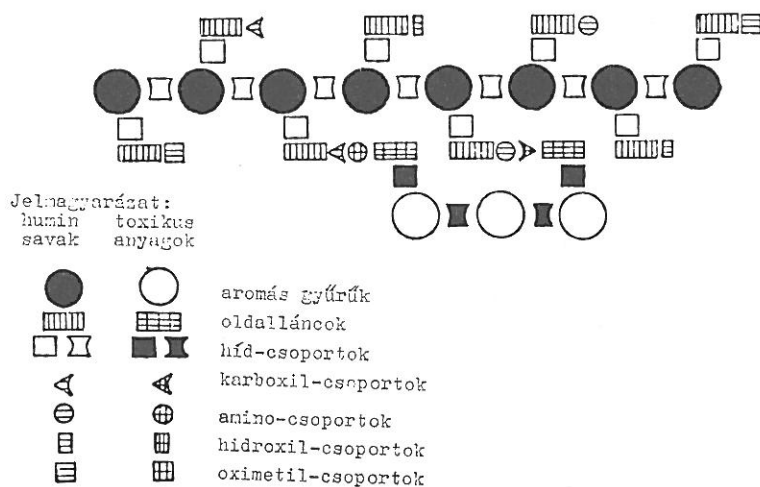
A humuszanyagok optikai tulajdonságai és a humifikáció foka, valamint N-tartalmuk közötti összefüggésekre vonatkozó kutatási eredményeink többoldalú összefüggés alapján alapozták meg azt a koncepciónkot, hogy a humuszminőségi K-értékünk két vetületben is fontos jellemzője a humuszminőségnek, egyrészt a K-értékek mindig növekednek a humifikáció előrehaladtával, az igazi, nagymolekulájú humuszanyagok keletkezésével párhuzamosan, másrészt növekszik a humuszanyagokba beépített nitrogén mennyisége is /HARGITAI, 1983/.

Ezen eredmények két fontos következménye: a humifikáció folyamán az igazi humuszanyagokban kiteljesedik a humuszanyagok polifunkcionális jellege; a humuszanyagok kelátképző képessége. Minél hosszabb a molekulaláncuk, annál több funkciós csoportot tartalmaznak, és nagyobb a statisztikus jelentősége annak is, hogy COOH- és N-csoportjaik egymáshoz viszonyítva a kelátképződés szempontjából kedvező térállásba kerüljenek. A fenti jellegzetességek annál jobban kialakulnak, minél nagyobb a K-érték. Minél több jó minőségű nagy stabilitási koefficiensű humusz van a talajban annál nagyobb a szerepe a toxikus xenobiotikumok megkötésében polifunkcionális jellegük alapján és egyben annál jobban megkötik a toxikus nehézfémeket kelátképző képességük alapján. Ezt az 1., 2. és 3. ábra szemlélteti:

Az 1. ábra az általunk kidolgozott séma szerint szemlélteti a humuszanyagok polifunkcionális jellegét és azt, hogy a szintetikus toxikus szerves anyagok a xenobiotikumok, elsősorban a növényvédő szerek hasonló funkcionális csoportokkal rendelkeznek.



1. ábra
A humuszanyagok polifunkcionális jellegének szemléltető sémája



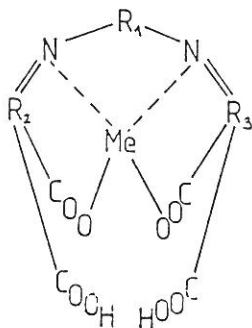
2. ábra
A toxikus xenobiotikumok megkötése a polifunkcionalitás elve alapján

A 2. ábra már azt szemlélteti, hogy a humuszanyagok funkcionális csoportjai, a xenobiotikumok funkcionális csoportjaival reagálva azokat megkötik. Az ábra azt is mutatja, hogy a xenobiotikum a polifunkcionális humuszanyag szerkezetéhez úgy igazodik, mint kulcs a zárhoz.

A 3. ábra a humuszanyagok kelátképző jellegét illusztrálja felépítésük alapján. Régebbi kutatási eredményeink a polifunkcionális jelleg alapján xenobiotikumok megkötésével kapcsolatban igazolták, hogy diazinon típusú vegyületek megkötése szoros összefüggést mutatott a vizsgált talajok K-ér-

tékével, nagyobb K-értékű, jobb humuszminőségű talaj több szermaradványt tud megkötni /KECSKÉS et al., 1978/.

Jelen munkánk célkitűzése azt volt, hogy megvizsgáljuk a nehézfémekkel terhelt talajnak egyszeri és halmozott, különböző dózisú szennyvíziszap-



Jelmagyarázat:

N: híd-nitrogen

R₁: humuszmolekula-lánc része

R₂, R₃: funkcionális gyököket tartalmazó
molekulaláncok

Me: Cd, Ni, U, Th, Cu, Pb, Zn, Mn

3. ábra

A humuszanyagok kelátképző jellegének környezetvédelmi szerepe
a toxikus nehézfémek megkötésében

-terhelés hatására bekövetkező toxikus nehézfémkészlete mobilis frakciójának alakulását a talaj környezetvédelmi kapacitásának változásával összefüggésben.

Vizsgálati anyag és módszer

A Fővárosi Csatornázási Művek megbízásából a Gödöllői Agrártudományi Egyetemen beállított kísérletekbe a humusz- és nitrogénviszonyok, a humusz-nehézfém kapcsolat és a tápanyagdinamika egyes kérdéseinek vizsgálataival kapcsolódtunk be.

A homokos-vályog barna erdőtalajon beállított kísérletekben kukorica alá 50, 150 és 300 mm-es szennyvíziszap-adagokat vittünk be. Az adagok egyszeri, kétszeri és négyszeres halmozott hatását a kísérletek folyamán és a kísérletek beállításától számított 10. évben utóhatás-vizsgálatban határoztuk meg. Jelen munkánkban csak a humusz-nehézfém egyes kérdéseire tértünk ki. A mintavétel 20 cm-enként, 1 m mélységig történt, a kezelések-ből és azok ismétléseiből.

A talajok környezetvédelmi kapacitásának koncepcióját és annak meghatározását humuszállapotuk meghatározása alapján dolgoztuk ki. A humuszállapot-változás meghatározása alapján számítottuk a környezetvédelmi kapacitás-értékek változását. Abból indultunk ki, hogy a talaj annál jobban tudja fenti koncepciónk alapján a toxikus anyagokat erősen megkötni, - így hatás-talanításukat elősegíteni - minél több jó minőségű, nagy stabilitási koef-ficiensű humuszt tartalmaz, lehetőleg minél vastagabb rétegben. Ezt a kö-vetkező, általunk kidolgozott konvencionális összefüggésben adtuk meg kép-letszerűen /HARGITAI, 1981/:

$$EPC_G = D_x \cdot H^2 \cdot K$$

és

$$EPC_S = D_x \cdot H^2 \cdot R,$$

ahol: az EPC_G érték az ún. általános, az EPC_S érték az ún. speciális környezetvédelmi kapacitása a talajnak. D_x a vizsgált talajréteg vastagsága; H a talaj összes humusztartalma; K a humuszminőség /stabilitási koeficiens; $R = \frac{K}{C/N}$, azaz ez utóbbi értéknél még külön figyelembe vesszük a talaj összes N-tartalmát is, aminek speciális esetekben, két humuszformáció egymástól való megkülönböztetésében, különösen a kelátképzéssel kapcsolatban lehet szerepe. A mobilis nehézfémkészlet meghatározása EDTA kivonattal ICP módszerrel történt.

Vizsgálati eredmények és értékelésük

Az 1. táblázatban a felső 40 cm-es rétegre számítva foglaltuk össze a humuszviszonyok, a környezetvédelmi kapacitás és a mobilis nehézfémkészlet alakulását a különböző dózisokra egyszeri, és halmozott hatásokra. Az ér-

1. táblázat

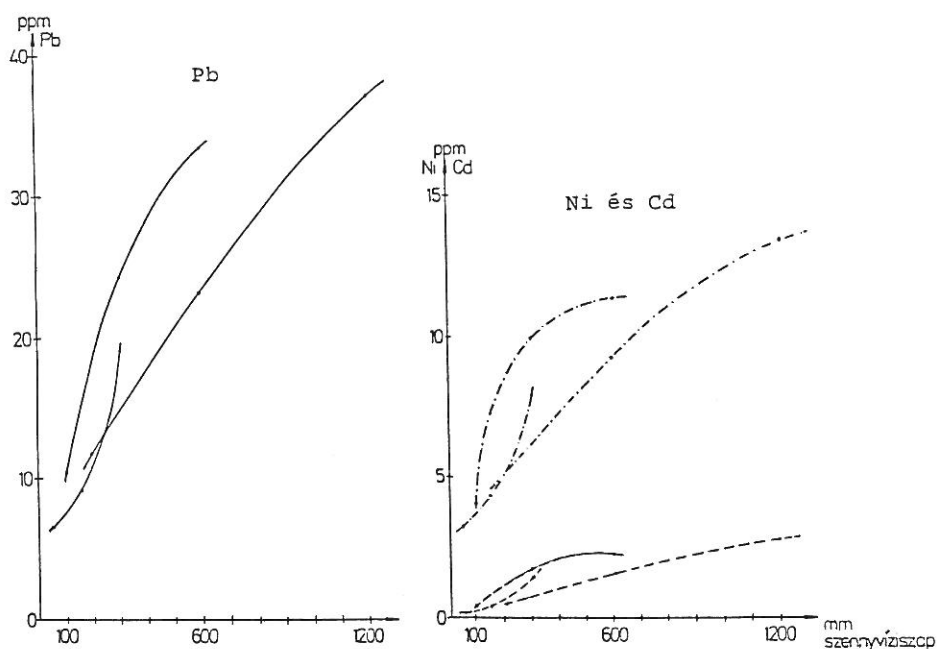
A mobilis nehézfémkészlet változása szennyvíziszappal kezelt talajokban a környezetvédelmi kapacitás értékek változásával összefüggésben

Szennyvíz- iszap keze- lés, mm	EPC_G	az EPC_G növekedési indexe	Pb	Ni	Cd	Hg	Cr
mg/kg talaj							
Egyszeri kezelés							
50	13,09	1,00	6,50	3,30	0,23	1,06	0,46
150	24,37	1,86	9,20	4,30	0,44	1,11	0,50
			1,42	1,30	1,91	1,05	1,09
300	49,33	3,74	19,10	8,00	1,41	1,13	1,85
			2,94	2,42	6,13	1,07	4,02
Kétszeri halmozott hatás							
100	17,87	1,37	10,40	4,00	0,37	0,99	0,53
			1,60	1,21	1,61	0,93	1,15
300	28,87	2,21	24,30	10,00	1,85	1,14	2,62
			3,74	3,03	8,05	1,08	5,90
600	34,24	2,62	33,60	11,40	2,20	0,94	4,28
			5,17	3,45	9,56	0,89	9,30
Négyszeres halmozott hatás							
200	25,16	1,92	11,80	5,10	0,53	0,99	2,60
			1,81	1,55	2,30	0,93	5,65
600	39,86	3,05	23,20	9,20	1,52	1,06	2,60
			3,57	2,79	6,61	1,00	5,65
1200	32,84	2,51	37,40	13,40	2,78	0,99	6,33
			5,75	4,06	12,09	0,93	13,76

Első sor = akkumulált érték; Második sor = a mobilis készlet növekedési indexe

tékelésben csak a legnagyobb veszélyt jelentő 5 toxikus nehézfém /Pb, Ni, Cd, Hg, Cr/ vizsgálati eredményeire térünk ki. Kiszámítottuk a legkisebb és egyszeri adagolású terhelésre /50 mm/ vonatkoztatva a különböző kezeléseknél a környezetvédelmi kapacitás, valamint a mobilis nehézfémkészlet növekedési indexét a kezelések hatására. Ez úgy történt, hogy minden értéket alapértékként az 50 mm-es kezelés értékeivel osztottunk.

Az eredményekből az egyik legáltalánosabb következtetésként azt vontuk le, hogy a kezelés dózisától és a halmozott hatásoktól függetlenül a legnagyobb hatásokkal a legtöbb esetben a talaj felső 40 cm-es humuszos rétegében kell számolnunk. Így a táblázatban már csak ezeket az adatokat vetjük fel és elemeztük. A táblázatból jól látható, hogy az adagok és halmozódásuk az 5 nehézfémnél kétféleképpen hatott. Az egyik csoportba tartozó elemek, a Pb, Ni, Cd esetében a nagyobb és szélsőségesen halmozott szennyvíziszapadagok nem a bejutó nehézfémkészlettel arányosan növelték a mobilis nehézfémkészletet, hanem a vártnál sokkal kisebb mértékben, a nagy mennyiségben bejutott szerves anyag tompító hatása folytán. A kutatás egyik legfőbb eredménye, hogy e három, a klasszikus Goldschmidt-féle geokémiai elv /HOHL, 1981/ szerinti organofil elemnél az organofilitást eredményeink konkrét kísérleti adatokkal igazolták. Természetesen e hatások még e három elemnél sem jelentkeznek egyformán, mivel a humuszanyagokon való megkötődésük mértékében vannak különbségek. A Cd pl. a nagyobb szervesanyaghatásnál is mobilisabbnak mutatkozik a másik két elemnél. Eredményeink ezen a tényen keresztül, de a pH-csökkenésre bekövetkező Cd mobilitás növekedésére vonatkozó nemzetközi adatok is felhívják a Cd veszélyességére a figyelmet /ASAMI, 1984/. Az elemek másik csoportja a Hg és Cr nem organofilek



4. ábra

Mobilis nehézfémek készletének alakulása a talajban egyszeri, kétszeri és négyszeres kezelésnél. 10 éves utóhatás-vizsgálat. A Pb. B. Ni és Cd.

/nem "Goldschmidt-elemek"/, és a táblázatból jól látható, hogy a Hg-nál a szint kezelésektől függetlenül változatlan volt a bejutó kis mennyiségek miatt is, a Cr-nál pedig olyan tompító hatás - a környezetvédelmi kapacitás hatására - mint az organofileknél nem mutatkozott. Azonkívül ezek az elemek a növények által kisebb mértékben felvehetők, ezért kisebb kockázati tényezőt jelentenek humán egészségügyi szempontból.

A 4. ábrán bemutatjuk a Pb, Ni, Cd mobilis készletének alakulását a nehézfémterhelésektől és halmozott hatásoktól függően. A nagy szervesanyag halmozódás és a környezetvédelmi kapacitásnak az alapadaghoz viszonyított növekedési indexével összefüggésben a három organofil nehézfém mobilis készletének növekedése a környezetvédelmi kapacitásértékek növekedésének arányában tompult. Számunkra is meglepő módon, a görbék mindhárom elemre teljesen azonos jellegűek és igen jellegzetes összefüggésre utalnak a humuszanyagokon történő megkötődésükkel kapcsolatban. Ez a törvényszerűség a humuszanyagok nagy kompenzáló képességét mutatja éppen a legveszélyesebb toxikus nehézfémekkel kapcsolatban, és a talaj szervesanyag-gazdálkodásának jelentőségét környezetvédelmi szempontból.

Irodalom

- ASAMI, T., 1984. Pollution of soils by cadmium. In: Changing metal cycles and human health, /Ed.: NRIAGU, J.O. 95-111. Dahlem Konferenzen. Springer. Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo.
- HARGITAI L., 1955. Összehasonlító szervesanyag vizsgálatok különböző talaj-típusokon optikai módszerekkel. Agrártud. Egy. Kiadv., Mezőgazd. Kiadó, Budapest.
- HARGITAI L., 1973. A talaj humuszanyagának a szerepe a környezetvédelemben, Lippay János Tudományos Ülés, Kert. Egy. Kiadványa, Budapest.
- HARGITAI L., 1981. A talajok környezetvédelmi kapacitásának meghatározása humuszállapotuk alapján. Agrokémia és Talajtan. 32. 360-364.
- HARGITAI L., 1982. Új fogalom bevezetése és meghatározása a talajok környezetvédelmi kapacitásának jellemzésére. Kertészeti Egyetem Közleményei.
- HARGITAI L., 1983. Természetes állapotú, művelt és mesterséges talajok szervesanyag-gazdálkodása. Tud. Doktori Értekezés. Budapest.
- HOHL, R., 1986. Die Entwicklungsgeschichte der Erde, Brockhaus. Leipzig.
- KECSKÉS, M. et al., 1978. Decomposition of diazinon in few different soil types. In: Soil Biology and Conservation of the Biosphere. 59-71.